

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :**B23K 26/12****A1**(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 97/34730**

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

25. September 1997 (25.09.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP97/01051

(22) Internationales Anmeldedatum:

3. März 1997 (03.03.97)

(30) Prioritätsdaten:

196 10 298.7

15. März 1996 (15.03.96)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AGA
AKTIEBOLAG [SE/SE]; S-181 81 Lidingö (SE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FAERBER, Mark [DE/DE];
Steinblockstrasse 7, D-22453 Hamburg (DE).(74) Anwalt: GLAWE, DELFS, MOLL & PARTNER; Lieb-
herrstrasse 20, D-80538 München (DE).(81) Bestimmungsstaaten: BR, NO, US, europäisches Patent (AT,
BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD OF LASER CUTTING METAL WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM LASERSCHNEIDEN METALLISCHER WERKSTÜCKE

(57) Abstract

The invention concerns a method of laser cutting metal workpieces which contain bound oxygen by using a mixture of at least one inert gas and hydrogen as the cutting gas. The hydrogen portion of the cutting gas prevents oxygen which is released from the metal during the cutting process from causing undesired oxidation in the region of the cutting point. The formation of burrs and furrows is thus prevented.

(57) Zusammenfassung

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Laserschneiden von gebundenen Sauerstoff enthaltenden metallischen Werkstücken ist durch die Verwendung einer Mischung aus wenigstens einem Inertgas und Wasserstoff als Schneidgas gekennzeichnet. Der Wasserstoffanteil des Schneidgases verhindert, daß beim Schneiden freigesetzter Sauerstoff aus dem Metall zu unerwünschten Oxidationen im Bereich der Schnittstelle führt, Bart- und Riefenbildung werden so vermieden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

Verfahren zum Laserschneiden metallischer Werkstücke

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Laserschneiden von metallischen Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

15

Beim Laserschneiden von metallischen Werkstücken wird ein Laserstrahl auf das zu schneidende Werkstück fokussiert. Häufig wird gleichzeitig ein Schneidgas mittels einer Düse auf die Schnittstelle geblasen. Das Schneidgas soll die Düse der Schneidanlage und die darin enthaltene Fokussierlinse vor während des Schneidprozesses gebildeten Metallspritzern und Schlacke schützen und gleichzeitig das Ausspülen des geschmolzenen Materials und der Schlacke aus dem Brennschnittspalt unterstützen. In vielen Fällen wird als Schneidgas Sauerstoff oder ein sauerstoffhaltiges Gasgemisch verwendet. Die chemische Reaktion des Sauerstoffs mit dem geschnittenen Material (beispielsweise Stahl) erzeugt zusätzliche Hitze, die den Schneidprozeß unterstützen. Es findet dann eine Stahlverbrennung statt.

20

25

Der Fachmann unterscheidet beim Laserschneiden zwischen herkömmlichem Laserschneiden mit einer Schneidgeschwindigkeit von maximal 10 m/min und dem Hochgeschwindigkeitsschneiden dünner Bleche mit Schneidgeschwindigkeiten bis zu 100 m/min (Preißig et al., High speed laser cutting of thin metal sheets, SPIE Vol. 2207, 96 - 110). Im Rahmen des Hochgeschwindigkeitsschneidens dünner Bleche ist es aus DE-A 4123716 bereits bekannt, als Schneidgas eine Mischung von Inertgas und Wasserstoff zu verwenden. Beim Hochgeschwindigkeitsschneiden wird die Schneidgeschwindigkeit durch sog. Schmelzstauerscheinungen begrenzt. Die hohe Viskosität der beim Schneiden entstehenden Schmelze begrenzt die erzielbare Geschwindigkeit. DE-A 4123716 lehrt den Fachmann, daß der Wasserstoffzusatz im Schneidgas die Oberflächenspannung der Schmelze verringert und so deren Aufstauung entgegenwirkt.

30

35

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem sich gebundene Sauerstoff enthaltende metallische Werkstücke sauber schneiden lassen.

5

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß als Schneidgas eine Mischung aus wenigstens einem Inertgas und Wasserstoff verwendet wird.

10

Im Rahmen der Erfindung bezeichnet der Begriff Inertgas jedes Gas und jede Gas Mischung, das bzw. die unter den beim Schneiden auftretenden Bedingungen keine oder nur geringfügige chemische Reaktionen mit dem zu schneidenden Werkstück, den beim Schneiden entstehenden Reaktionsprodukten und/oder der Umgebungsatmosphäre eingeht. Verwendbare Inertgase sind beispielsweise Edelgase, Stickstoff sowie Mischungen daraus. Unter den Edelgasen ist Argon besonders bevorzugt.

15

20

Der Begriff "gebundenen Sauerstoff enthaltende metallische Werkstücke" umfaßt sämtliche Metalle, die zumindest in Teilbereichen (beispielsweise an der Oberfläche) chemisch gebundenen Sauerstoff der Oxidationsstufe II- enthalten. Typische Beispiele sind Metalle, die ihre Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen durch eine Oxidschicht an der Oberfläche erhalten (beispielsweise Aluminium und dessen Legierungen).

25

Die Erfindung hat erkannt, daß bei solchen Metallen ein unsauberer Schnitt und ein Anlaufen des zu schneidenden Materials durch die erfindungsgemäße Schneidgas Mischung vermieden werden kann. Überraschenderweise vermeidet bzw. vermindert der Wasserstoffzusatz diese unerwünschten Effekte.

30

Der gebundene Sauerstoff im Metall führt offensichtlich zu einem unsaubereren Schnitt (beispielsweise Gratbildung), zu Oxidationen im Bereich der Schnittkante und zu Anlaufen des Metalls im Bereich der Schnittkante. Schon dies ist aus dem Stand der Technik nicht ableitbar, da dort in der Regel gerade Sauerstoff zur Verbesserung der Schneidleistung zugesetzt wird.

Die Erfindung beruht weiterhin auf der Erkenntnis, daß sich diese unerwünschte Wirkung des im Metall gebundenen Sauerstoffs durch Wasserstoffzusatz zu einem ansonsten

inerten Schneidgas vermeiden bzw. verringern läßt. Dies ist insofern überraschend, als daß eigentlich zu erwarten wäre, daß der beim Schneidvorgang möglicherweise aus seiner Bindung mit dem Metall gelöste und dann zunächst atomar frei werdende Sauerstoff in der Metallmatrix sofort weiterreagiert und dort zu erneuten Oxidationsreaktionen führt.

5 Statt dessen hat sich gezeigt, daß offensichtlich die Affinität dieses Sauerstoffs zu in molekularer Form an der Schneidstelle vorbeigeführtem Wasserstoff höher ist und deshalb der Sauerstoff durch den Wasserstoff gebunden und abgeführt wird. Selbst bei verhältnismäßig niedrigen Wasserstoffkonzentrationen im Schneidgas tritt diese Wirkung auf.

10 Der technische Effekt des Wasserstoffzusatzes im Rahmen der Erfindung ist also ein völlig anderer als beim Hochgeschwindigkeitsschneiden dünner Bleche gemäß DE-A 4123716. Dort liegt dessen gewünschte Wirkung lediglich darin, die Oberflächenspannung der Schmelze zu verringern, um schnelleres Schneiden zu ermöglichen.

15 Das Schneidgas enthält zweckmäßigerweise 1 - 30, vorzugsweise 3 - 25, weiter vorzugsweise 5 - 15 Vol.-% Wasserstoff.

Besonders bevorzugt ist das erfindungsgemäße Verfahren bei metallischen Werkstücken anzuwenden, die eine Oxidschicht aufweisen. Im Rahmen der Erfindung ist der Begriff

20 "Oxidschicht" weit zu verstehen und umfaßt alle Schichten, in denen Sauerstoff in der Oxidationsstufe II- in einem Kristallgitter gebunden vorkommt. Dabei kann es sich beispielsweise um Schichten aus Oxiden, Hydroxiden, Carbonaten, Sulfaten sowie Mischungen daraus handeln. Ferner fallen unter diesen Begriff Schichten aus Mischkristallen wie z. B. Spinellen.

25 Die Werkstücke können aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen. Aluminium wird bekanntlich an Luft sofort durch Ausbildung einer oberflächlichen Oxidschicht inertisiert. Diese Oxidschicht ist kein reines Aluminiumoxid, sie umfaßt in der Regel auch Mischformen aus Oxiden und Hydroxiden. Bei Aluminiumlegierungen können an der

30 Oberfläche ggf. auch Mischoxide wie beispielsweise Spinelle entstehen.

Besonders vorteilhaft ist das erfindungsgemäße Verfahren bei Werkstücken aus eloxiertem Aluminium oder einer eloxierten Aluminiumlegierung anwendbar. Bei eloxiertem Aluminium ist die Oxidschicht künstlich (in der Regel galvanisch) verstärkt. Das erfindungs-

gemäßes Verfahren zeigt bei diesen Materialien eine besonders deutliche Verbesserung der Schnittqualität.

- Die Schneidgeschwindigkeit liegt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhafterweise zwischen 1 und 10 m/min. Es handelt sich um Geschwindigkeiten, die im Bereich des sog. konventionellen Laserschneidens angesiedelt sind. Abhängig insbesondere von Materialdicke und Laserleistung kann die Schneidgeschwindigkeit auch unterhalb 1 m/min liegen.
- Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben, die schematisch den Aufbau wesentlicher Elemente einer Laserschneidanlage zeigt.
- Ein Laserstrahl 1 wird mittels einer Fokussierungslinse 2 auf das zu schneidende Werkstück 6 gerichtet. Dabei tritt er durch eine Düse 3 und deren Mundstück 11 hindurch. Der Laser selbst ist in der Zeichnung nicht dargestellt, geeignete Laser sind dem Fachmann geläufig. Beispielsweise kann ein CO₂ Laser oder Feststofflaser wie z. B. ein Nd:YAG Laser verwendet werden. Geeignete Strahlleistungen liegen beispielsweise im Bereich 1 bis 2, bevorzugt 1,5 kW. Die Fokussierungslinse 2 fokussiert den Laserstrahl vorzugsweise auf die Unterseite des zu schneidenden Werkstücks (Blechs). Der Durchmesser der Öffnung des Düsenmundstücks 11 kann im Bereich 0,8 bis 1,5, vorzugsweise 1,2 bis 1,5 mm liegen. Der Abstand des Düsenmundstücks 11 von der Oberfläche des Werkstücks 6 liegt bevorzugt im Bereich 0,25 bis 0,6 mm.
- Die Düse 3 weist eine Zufuhrleitung 5 auf, durch die Schneidgas in eine Kammer 4 geführt wird. Als Schneidgas wird bei diesem Ausführungsbeispiel einer N₂/H₂-Mischung mit einem Wasserstoffanteil von 10 Vol.-% verwendet. Der Druck des zugeführten Schneidgases liegt zwischen 10 und 15 bar.
- Das zu schneidende Blech 6 stützt sich auf einer Tragvorrichtung 9 ab. Diese weist eine Öffnung 10 auf, durch die beim Schneiden entstehende Metallrückstände und Schlacke 12 austreten können. Die Düse 3 stützt sich mittels einer Stützvorrichtung 7, die Lagerkugeln 8 aufweist, auf dem Blech 6 ab.

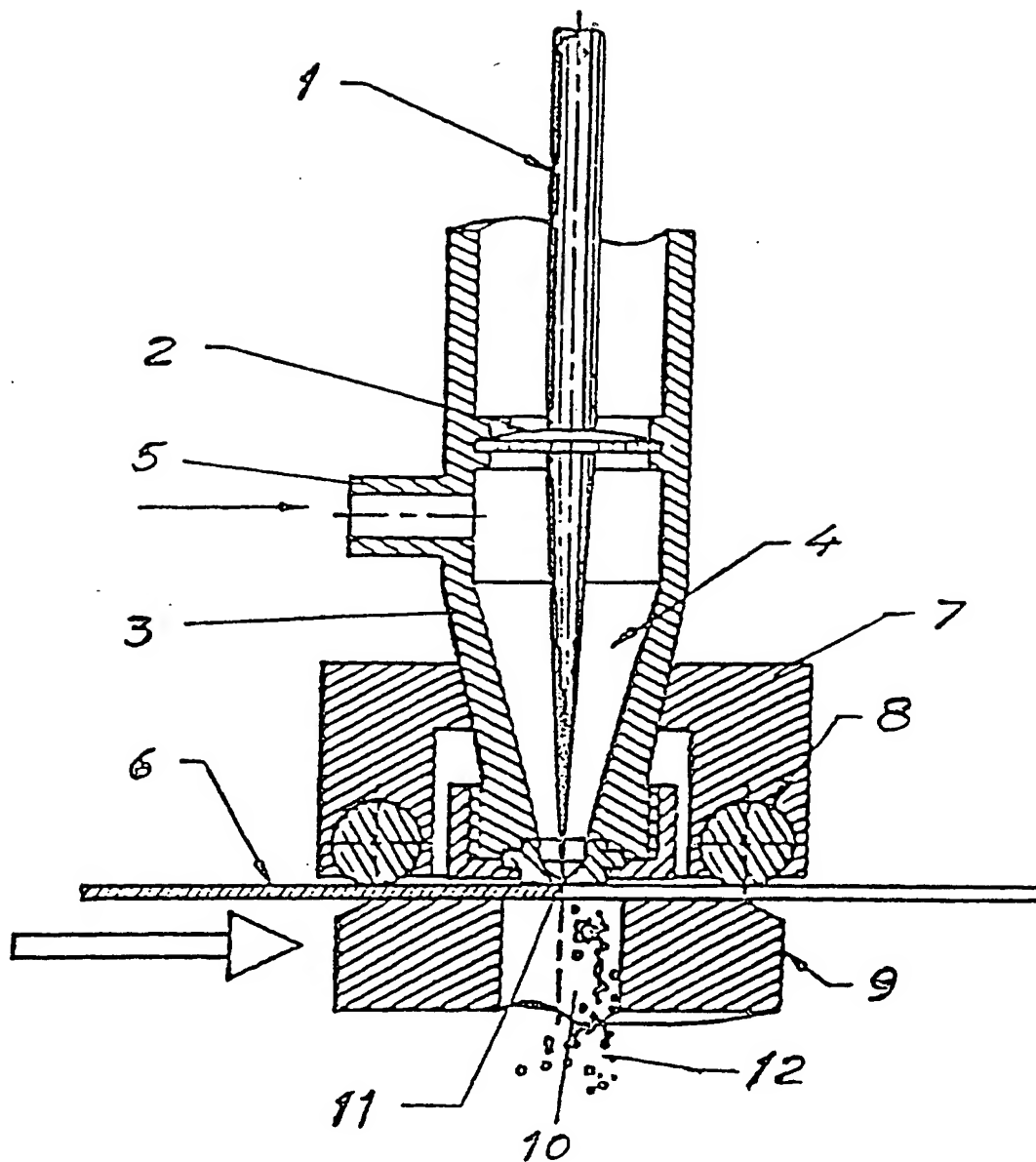
5 Während des Schneidens wird das Blech 6 mit einer Geschwindigkeit von 1 m/min in Richtung des in Fig. 1 gezeigten Pfeils durch die Schneidvorrichtung geführt. Chemisch im Metall gebundener und beim Schneiden freiwerdender Sauerstoff wird vom Wasserstoffanteil des Schneidgases gebunden und abgeführt, bevor es im Bereich der Schneidstelle zu unerwünschten Oxidationen kommen kann. Riefigkeit und Bartbildung im Bereich der Schnittstelle werden vermieden oder verringert.

10 Eine beispielhafte Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Schneiden von Aluminiumlegierungen wie AlMg3 und AlMgSi1 mit einer Materialstärke von 2 mm. Bei nicht eloxierten Blechen aus diesen Legierungen bewirkt das erfindungsgemäße Verfahren schon eine deutliche Verbesserung der Schnittqualität. Noch ausgeprägter ist diese Verbesserung bei eloxierten Blechen, die eine dickere Oxidschicht aufweisen und in deren Oberflächenbereichen mehr Sauerstoff gebunden ist.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Laserschneiden von gebundenen Sauerstoff enthaltenden metallischen Werkstücken, dadurch gekennzeichnet, daß als Schneidgas eine Mischung aus wenigstens einem Inertgas und Wasserstoff verwendet wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidgas als Inertgas wenigstens ein Edelgas und/oder Stickstoff enthält.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidgas Argon und/oder Stickstoff enthält.
- 15 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schneidgas 1 - 30, vorzugsweise 3 - 25, weiter vorzugsweise 5 - 15 Vol.-% Wasserstoff enthält.
- 20 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die metallischen Werkstücke eine Oxidschicht aufweisen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkstücke aus eloxiertem Aluminium oder einer eloxierten Aluminiumlegierung bestehen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidgeschwindigkeit zwischen 1 und 10 m/min liegt.

1/1

*Fig 1*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. :nal Application No
PCT/EP 97/01051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B23K26/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 94 04306 A (THYSSEN STAHL AG ;BEYER ECKHARD (DE); PREISSIG KAI UWE (DE); PETRI) 3 March 1994 see the whole document ---	1-6,8
X	DE 41 23 716 A (THYSSEN STAHL AG) 21 January 1993 cited in the application see column 2, line 30 - column 2, line 40; claims 2,3 ---	1-6
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 170 (M-817), 21 April 1989 & JP 01 005692 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 10 January 1989, see abstract --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 1997

Date of mailing of the international search report

06. 06.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Aran, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/01051

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 177 (M-0960), 9 April 1990 & JP 02 030389 A (KOMATSU LTD), 31 January 1990, see abstract ---	1-3
X	WO 94 13424 A (HYPERTHERM INC) 23 June 1994 see page 1 see page 2, last paragraph - page 3, paragraph 1 see page 3, last paragraph - page 4, paragraph 1 see page 5, paragraph 3 see page 7, last paragraph - page 8, paragraph 3; claims 1,11; figures 3,4 ---	1,5
A	SPIE, vol. 2207, 5 - 8 April 1994, VIENNA (AT), pages 96-110, XP000671656 K.-U. PREIRIG ET AL.: "High speed laser cutting of thin metal sheets" cited in the application see page 102 - page 106 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/01051

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9404306 A	03-03-94	DE 4226620 A AT 143300 T EP 0655021 A ES 2092403 T FI 950599 A JP 8500060 T NO 950492 A US 5578228 A	17-02-94 15-10-96 31-05-95 16-11-96 10-02-95 09-01-96 09-02-95 26-11-96
DE 4123716 A	21-01-93	NONE	
WO 9413424 A	23-06-94	US 5380976 A US 5414236 A AU 675286 B AU 5899494 A CA 2151598 A EP 0730506 A US 5558786 A	10-01-95 09-05-95 30-01-97 04-07-94 23-06-94 11-09-96 24-09-96

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 97/01051

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B23K26/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 94 04306 A (THYSSEN STAHL AG ;BEYER ECKHARD (DE); PREISSIG KAI UWE (DE); PETRI) 3.März 1994 siehe das ganze Dokument	1-6,8
X	DE 41 23 716 A (THYSSEN STAHL AG) 21.Januar 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile 40; Ansprüche 2,3	1-6
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 170 (M-817), 21.April 1989 & JP 01 005692 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 10.Januar 1989, siehe Zusammenfassung	1-4
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 9.Mai 1997	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06.06.97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Aran, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01051

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 177 (M-0960), 9.April 1990 & JP 02 030389 A (KOMATSU LTD), 31.Januar 1990, siehe Zusammenfassung ---	1-3
X	WO 94 13424 A (HYPER THERM INC) 23.Juni 1994 siehe Seite 1 siehe Seite 2, letzter Absatz - Seite 3, Absatz 1 siehe Seite 3, letzter Absatz - Seite 4, Absatz 1 siehe Seite 5, Absatz 3 siehe Seite 7, letzter Absatz - Seite 8, Absatz 3; Ansprüche 1,11; Abbildungen 3,4 ---	1,5
A	SPIE, Bd. 2207, 5. - 8.April 1994, VIENNA (AT), Seiten 96-110, XP000671656 K.-U. PREIRIG ET AL.: "High speed laser cutting of thin metal sheets" in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 102 - Seite 106 -----	

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01051

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9404306 A	03-03-94	DE 4226620 A	17-02-94
		AT 143300 T	15-10-96
		EP 0655021 A	31-05-95
		ES 2092403 T	16-11-96
		FI 950599 A	10-02-95
		JP 8500060 T	09-01-96
		NO 950492 A	09-02-95
		US 5578228 A	26-11-96
DE 4123716 A	21-01-93	KEINE	
WO 9413424 A	23-06-94	US 5380976 A	10-01-95
		US 5414236 A	09-05-95
		AU 675286 B	30-01-97
		AU 5899494 A	04-07-94
		CA 2151598 A	23-06-94
		EP 0730506 A	11-09-96
		US 5558786 A	24-09-96

THIS PAGE BLANK (USPTO)